

**WO 2005/083718 A2**



FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée :**

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

---

**(57) Abrégé :** L'adaptateur (12) et le carter des mécanismes (13) sont réalisés en une seule pièce, sous la forme d'un carter intégré qui est fixé par l'intermédiaire du tube adaptateur (12) dans une ouverture (9a, 9b) de traversée du couvercle de cuve (10). La gaine tubulaire (14) comporte une partie filetée (14a) qui est engagée par vissage dans une partie taraudée (13c) à l'extrémité du carter intégré (15), dans une disposition parfaitement coaxiale. On réalise une soudure d'étanchéité (18) entre deux lèvres d'étanchéité respectives du carter intégré (15) et de la gaine tubulaire (14). Le joint de soudure (18) est réalisé par fusion d'un métal d'apport entre deux parties d'extrémité de jonction des lèvres d'étanchéité par un procédé de soudage orbital automatique. L'étape de montage et de soudage de la gaine tubulaire (14) sur le carter intégré (15) peut être effectuée sur le site du réacteur nucléaire avec une réalisation du joint soudé (18) sans défaut.

**Dispositif de déplacement d'une barre de commande d'un réacteur nucléaire à eau sous pression et procédé de montage du dispositif sur un couvercle de cuve**

L'invention concerne un dispositif de déplacement d'une barre de commande d'un réacteur nucléaire à eau sous pression et un procédé de montage du dispositif sur un couvercle de cuve.

Les réacteurs nucléaires à eau sous pression comportent généralement une cuve de forme globale cylindrique disposée avec son axe vertical renfermant le cœur du réacteur nucléaire constitué par des assemblages de forme prismatique droite juxtaposés et placés avec leur axe parallèle à l'axe de la cuve. La cuve comporte une extrémité supérieure qui est fermée par un couvercle amovible généralement de forme hémisphérique qui est fixé sur la cuve de manière étanche à l'eau de refroidissement du réacteur nucléaire à haute pression et à haute température qui remplit la cuve pendant le fonctionnement du réacteur nucléaire.

De manière à régler la réactivité du cœur pendant le fonctionnement du réacteur nucléaire, on déplace, à l'intérieur de certains des assemblages du cœur, dans la direction axiale verticale des assemblages, des barres de commande constituées par des grappes de crayons en matériau absorbant les neutrons. Le déplacement de chacune des barres de commande à l'intérieur du cœur du réacteur nucléaire, pour régler la réactivité du cœur, est réalisé par un dispositif de déplacement permettant d'obtenir des déplacements et un positionnement précis de la barre de commande suivant la hauteur du cœur.

Chacun des dispositifs de déplacement d'une barre de commande comporte une tige de commande de grande longueur (supérieure à la hauteur du cœur qui est elle-même généralement supérieure à 4 m) qui comporte, à l'une de ses extrémités longitudinales axiales, des moyens amovibles de fixation sur la partie supérieure d'une barre de commande et suivant sa longueur, sur sa surface latérale externe, des gorges régulièrement espacées suivant la direction axiale de la tige de commande définissant une denture pour l'engagement de cliquets de maintien et de déplacement de mécanismes du dispositif de déplacement.

Le dispositif de déplacement comporte une enceinte fermée et reliée à la cuve de manière étanche assurant le support et le logement des mécanismes de déplacement et dans laquelle la tige de commande de grande longueur reliée à une barre de commande peut se déplacer entre une position d'extraction de la barre de commande à l'extérieur du cœur et une position d'insertion complète de la barre de commande à l'intérieur du cœur. L'enceinte du dispositif de déplacement comporte un tube adaptateur fixé à l'intérieur d'une ouverture traversant le couvercle de la cuve dans une direction axiale de la cuve, un carter tubulaire supportant et contenant les mécanismes électromagnétiques de déplacement de la barre de commande fixé dans le prolongement axial du tube adaptateur vers l'extérieur de la cuve et une gaine permettant de recevoir la partie supérieure de la tige de commande pendant ses déplacements fixée dans le prolongement axial du carter des mécanismes vers l'extérieur de la cuve. L'enceinte est fixée dans le couvercle de cuve de manière étanche par sertissage et soudure et les liaisons entre le tube adaptateur et le carter, d'une part, et entre le carter et la gaine, d'autre part, sont réalisées de manière parfaitement étanche et résistante à l'eau sous pression de refroidissement du réacteur nucléaire. La gaine fixée sur l'extrémité du carter opposée à son extrémité reliée au tube adaptateur comporte une première extrémité fermée de manière étanche par un bouchon et une seconde extrémité ouverte, au niveau de laquelle la gaine est reliée de manière coaxiale et bout à bout avec le carter des mécanismes. L'enceinte dans laquelle se déplace la tige de commande dans la direction axiale constitue ainsi une enceinte totalement étanche prolongeant la cuve dans la direction axiale, au-dessus du couvercle.

Selon une réalisation classique, l'enceinte étanche d'un dispositif de déplacement d'une barre de commande comporte un adaptateur en alliage de nickel 690 qui est fixé en usine, lors de la construction du réacteur nucléaire sur le couvercle de cuve, à l'intérieur d'une ouverture traversant le couvercle, par un procédé de soudage avec métal d'apport parfaitement contrôlé quant à la qualité métallurgique de la soudure. L'adaptateur comporte à son extrémité libre à l'extérieur du couvercle de la cuve, un épanouissement qui est fileté sur sa surface extérieure et le carter des méca-

nismes comporte, à son extrémité destinée à être assemblée à l'adaptateur, un alésage taraudé correspondant à la partie filetée de l'adaptateur, de manière que le carter des mécanismes soit engagé par vissage sur la partie d'extrémité de l'adaptateur, dans une disposition parfaitement coaxiale à l'adaptateur. L'étanchéité entre l'adaptateur et le carter des mécanismes est assurée par des lèvres en forme de portions de tore ou de cylindre solidaires de la surface extérieure de l'adaptateur et du carter des mécanismes dans leur partie venant en engagement l'une avec l'autre, les lèvres d'étanchéité comportant chacune une surface d'extrémité libre annulaire dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'adaptateur ou du carter des mécanismes.

Les deux surfaces d'extrémité libres des lèvres d'étanchéité viennent en vis-à-vis l'une de l'autre, à l'issue du vissage du carter des mécanismes sur la partie d'extrémité de l'adaptateur. L'étanchéité de la liaison est assurée par soudure des deux lèvres d'étanchéité au niveau de leurs surfaces libres annulaires en vis-à-vis en réalisant un joint de soudure annulaire dans une direction perpendiculaire à l'axe commun à l'adaptateur et au carter des mécanismes.

La gaine tubulaire dont la première extrémité est fermée généralement par un bouchon engagé et fixé sur la gaine par soudure comporte, à une seconde extrémité axiale ouverte d'engagement et de fixation sur le carter, une partie d'extrémité filetée sur sa surface extérieure destinée à être assemblée par vissage avec une partie d'alésage taraudé à l'extrémité correspondante du carter opposée à son extrémité reliée au tube adaptateur. Après vissage de l'extrémité de la gaine tubulaire dans l'extrémité correspondante du carter des mécanismes, on réalise l'étanchéité entre ces deux éléments par soudage de surfaces en vis-à-vis d'une lèvre d'étanchéité solidaire de la surface extérieure du carter des mécanismes et d'une lèvre d'étanchéité solidaire de la surface extérieure de la gaine tubulaire. Les lèvres d'étanchéité ont une paroi en forme de portion de tore et les surfaces de jonction des deux lèvres d'étanchéité venant en vis-à-vis après vissage de la gaine tubulaire dans le carter des mécanismes sont des surfaces cylindriques ayant pour axe l'axe commun à la gaine tubulaire et au carter. Le soudage des deux lèvres d'étanchéité l'une sur l'autre peut être réalisé avec

une électrode ayant une direction parallèle à l'axe des deux pièces à joindre, par le dessus des lèvres d'étanchéité pour constituer un joint d'étanchéité soudé ayant une section en forme d' $\Omega$ . De ce fait, ce joint est généralement désigné comme joint OMEGA.

5           Le montage des dispositifs de déplacement de barres de commande sur les couvercles de cuve de réacteur nucléaire est généralement réalisé entièrement en usine, la gaine tubulaire étant fermée par un bouchon soudé fixé à sa première extrémité puis vissée par sa seconde extrémité dans l'ex-  
10           trémité correspondante du carter des mécanismes (qui ont été montés préalablement sur et dans le carter). Les lèvres d'étanchéité sont soudées entre elles pour réaliser le joint OMEGA et le carter est vissé par son extrémité opposée à la gaine tubulaire sur la partie supérieure d'un adaptateur. On réalise ensuite l'étanchéité entre l'adaptateur et le carter des mécanismes par une soudure sur des lèvres d'étanchéité en vis-à-vis. Cette soudure doit  
15           être effectuée avec une électrode perpendiculaire à l'axe de l'adaptateur et du carter des mécanismes, c'est-à-dire en position horizontale, le couvercle de cuve étant dans une position analogue à sa position de fermeture de la cuve. La réalisation de ce joint soudé est donc sensiblement plus délicate que la réalisation du joint OMEGA. En outre, pendant le fonctionnement du  
20           réacteur nucléaire, de l'eau sous pression du réacteur nucléaire pénètre à l'intérieur de l'enceinte étanche du dispositif de déplacement des mécanismes et vient en contact avec la surface intérieure des joints soudés des lèvres d'étanchéité. La mise en contact de l'eau sous pression et à haute température avec la partie interne des joints soudés peut provoquer une cer-  
25           taine corrosion, en particulier sur le joint inférieur entre l'adaptateur et le carter des mécanismes qui est plus proche de l'intérieur de la cuve et donc à plus haute température.

          Du fait de la difficulté de réalisation du joint entre l'adaptateur et le carter des mécanismes et du risque de corrosion de la soudure d'étanchéité,  
30           on a proposé de réaliser le tube adaptateur et le carter des mécanismes sous forme monobloc. Dans ce cas, le carter solidaire du tube adaptateur, généralement appelé carter intégré, est fixé sur le couvercle de cuve en

usine, lors du montage et de la fixation du tube adaptateur sur le couvercle de cuve.

Le montage de la gaine tubulaire sur le carter des mécanismes qui est effectué comme décrit précédemment peut être réalisé en usine avec  
5 une réalisation soignée et un contrôle du joint OMEGA.

Comme décrit dans la demande de brevet japonais JP-10-319164, pour éviter l'utilisation d'un joint d'étanchéité de type OMEGA entre la gaine tubulaire et le carter des mécanismes, on a proposé de joindre par soudure bout à bout la gaine tubulaire et le carter des mécanismes.

10 En effet, il est apparu, dans le cadre de la fabrication de couvercles de cuve en usine, que la réalisation de joints OMEGA de qualité parfaite susceptibles de résister à la corrosion par de l'eau sous pression du réacteur nucléaire mélangée à de l'air nécessitait des opérations plus complexes d'usinage et de soudage qu'un assemblage par soudure bout à bout de la  
15 gaine tubulaire et du carter des mécanismes.

Un tel procédé avec soudage bout à bout des gaines sur les carters nécessite de réaliser le montage en usine des couvercles de cuve complets qui présentent, à l'issue de leur fabrication, une très grande hauteur. Les opérations de transport sur site et d'introduction d'un couvercle complet dans  
20 le bâtiment d'un réacteur, aussi bien lors de la construction d'un réacteur neuf que pour le remplacement d'un couvercle de cuve est une opération complexe.

En outre, dans le cas où l'on désire effectuer sur site une réparation d'un dispositif de déplacement d'une barre de commande, il peut être néces-  
25 saire de démonter la gaine tubulaire du dispositif de déplacement et de remettre en place, à l'issue de la réparation des mécanismes, une gaine tubulaire dans une disposition parfaite par rapport au carter de mécanisme, ce qui nécessite des opérations très complexes pour réaliser un bon alignement axial de la gaine tubulaire et du carter et un assemblage bout à bout  
30 suivant deux sections horizontales parfaitement en vis-à-vis. En outre, le soudage doit être réalisé avec une électrode de soudage en position sensiblement horizontale.

Pour des opérations de remplacement ou de réparation de mécanismes de déplacement de barres de commande sur site en particulier, il serait préférable d'utiliser un procédé d'assemblage par vissage des gaines sur les carters et soudage de lèvres d'étanchéité qui assure automatiquement un très bon alignement axial et une très bonne étanchéité, s'il était possible d'effectuer un soudage de qualité parfaite de lèvres d'étanchéité de la gaine et du carter et un contrôle efficace du cordon de soudure. Les dispositifs connus ne peuvent être montés facilement et avec une très bonne qualité de réalisation de la soudure d'étanchéité, en particulier sur site. De plus, il n'est pas possible de contrôler les parties internes (ou envers) des soudures.

Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif de déplacement d'une barre de commande de la réactivité dans le cœur d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau sous pression, à l'intérieur d'une cuve renfermant le cœur du réacteur fermée par un couvercle de cuve, comportant une tige de commande munie de moyens de fixation de la barre de commande à une extrémité axiale, des moyens électromécaniques de déplacement de la tige de commande dans une direction axiale et une enceinte étanche fixée sur le couvercle de cuve suivant une ouverture de traversée comportant un tube adaptateur fixé par soudure dans l'ouverture du couvercle et un carter des mécanismes, tubulaire, solidaire de l'adaptateur sur lequel sont montés les moyens électromécaniques de déplacement de la tige de commande et une gaine tubulaire permettant le déplacement axial de la tige de commande entre deux positions extrêmes, fermée à une première extrémité et ouverte à une seconde extrémité, fixée dans le prolongement axial du carter vers l'extérieur, par sa seconde extrémité ouverte, caractérisé par le fait que l'adaptateur et le carter des mécanismes sont réalisés en une seule pièce, que le carter des mécanismes comporte, à une extrémité axiale opposée à l'adaptateur, un taraudage interne et une lèvre d'étanchéité en forme de portion de tore entourant le carter et réalisée dans sa surface externe, ayant une surface libre de jonction cylindrique ayant pour axe l'axe du carter, et que la gaine tubulaire comporte, à sa seconde extrémité, ouverte, un filetage correspondant au taraudage du carter sur sa surface externe pour sa fixation par vissage dans une disposition coaxiale dans le carter et une lèvre d'étan-



chéité en forme de portion de tore entourant la surface externe de la gaine et correspondant à la lèvre d'étanchéité du carter des mécanismes, ayant une extrémité libre de jonction cylindrique ayant pour axe l'axe de la gaine, les lèvres d'étanchéité du carter et de la gaine ayant leurs extrémités libres en vis-à-vis après vissage de la gaine dans le carter et étant soudées l'une sur l'autre suivant un cordon de soudure annulaire en métal d'apport coaxial au carter et à la gaine ayant une profondeur dans une direction parallèle à l'axe et une largeur dans une direction perpendiculaire à l'axe sensiblement constantes sur toute la circonférence du cordon de soudure.

10        Suivant des caractéristiques plus particulières prises isolément ou en combinaison :

- l'adaptateur de forme tubulaire et le carter des mécanismes sont soudés bout à bout dans une disposition coaxiale pour constituer un carter intégré fixé sur le couvercle de cuve par l'intermédiaire du tube adaptateur,

15        - le tube adaptateur est en alliage de nickel et le carter des mécanismes en acier inoxydable,

- la gaine tubulaire est en acier inoxydable, et les lèvres d'étanchéité du carter intégré et de la gaine tubulaire réalisées en une seule pièce, respectivement avec le carter et la gaine tubulaire sont en acier inoxydable.

20        L'invention est également relative à un procédé de montage d'un dispositif de déplacement d'une barre de commande de la réactivité dans le cœur d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau sous pression à l'intérieur d'une cuve renfermant le cœur du réacteur fermée par un couvercle de cuve, comportant une tige de commande munie de moyens de fixation de la barre de commande à une extrémité axiale, des moyens électromécaniques de déplacement de la tige de commande dans une direction axiale et une enceinte étanche fixée sur le couvercle de cuve suivant une ouverture de traversée comportant un tube adaptateur fixé par soudure dans l'ouverture du couvercle de cuve et un carter de mécanismes, tubulaire, solidaire de l'adaptateur sur lequel sont montés les moyens électromécaniques de déplacement de la tige de commande et une gaine tubulaire permettant le déplacement axial de la tige de commande entre deux positions extrêmes, fermée à une première extrémité et ouverte à une seconde extrémité, le car-

25

30

ter étant solidaire de l'adaptateur et placé dans son prolongement axial vers l'extérieur de la cuve et la gaine tubulaire étant fixée dans le prolongement axial du carter vers l'extérieur, à sa seconde extrémité ouverte, caractérisé par le fait qu'on réalise le montage et la fixation par soudage dans une ouverture traversante du couvercle de cuve d'un carter intégré comportant l'adaptateur et le carter des mécanismes en une seule pièce, qu'on réalise le vissage de la gaine tubulaire par sa seconde partie d'extrémité filetée dans la partie taraudée de l'extrémité du carter intégré, de manière à placer en vis-à-vis des surfaces d'extrémité de raccordement cylindriques ayant pour axe un axe commun du carter intégré et de la gaine tubulaire en position assemblée, d'une première lèvre d'étanchéité solidaire du carter intégré et d'une seconde lèvre d'étanchéité solidaire de la gaine tubulaire, et qu'on réalise une jonction étanche des lèvres d'étanchéité par un joint de soudure annulaire par soudage orbital automatique, avec fusion d'une pièce annulaire en métal d'apport intercalée entre les surfaces d'extrémité de raccordement des lèvres d'étanchéité.

Selon des modalités plus particulières prises isolément ou en combinaison :

- on détermine, préalablement à la réalisation du joint de soudure, les paramètres du soudage automatique par des opérations d'étalonnage sur des échantillons

- on réalise le joint de soudure par un procédé TIG orbital automatique, c'est-à-dire avec fusion de la pièce en métal d'apport annulaire par une électrode de tungstène sous gaz inerte.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va décrire à titre d'exemple en se référant aux figures jointes en annexe, un dispositif de déplacement de barres de commande d'un réacteur nucléaire à eau sous pression, une enceinte étanche du dispositif réalisé suivant l'invention et un procédé de montage et de fixation du dispositif de déplacement pouvant être réalisé en usine ou sur site.

La figure 1 est une vue en perspective éclatée d'un dispositif de déplacement de barres de commande suivant l'art antérieur.

La figure 2 est une vue partielle en coupe d'un couvercle de cuve et d'enceintes étanches de dispositifs de déplacement de barres de commande suivant l'invention.

La figure 3 est une vue agrandie du détail 3 de la figure 2.

5 La figure 4 est une vue en coupe axiale d'un carter de mécanismes intégré d'un dispositif de déplacement suivant l'invention.

La figure 5 est une vue en coupe agrandie des lèvres d'étanchéité du carter de mécanismes et de la gaine tubulaire d'un dispositif de déplacement suivant l'invention pendant une opération de réalisation de la soudure  
10 d'étanchéité.

Sur la figure 1, on voit un dispositif de déplacement de barres de commande d'un réacteur nucléaire à eau sous pression désigné de manière générale par le repère 1.

Le dispositif de déplacement 1 représenté sur la figure 1 est réalisé  
15 suivant un art antérieur décrit ci-dessus et a été représenté dans une position de montage sur un tube adaptateur 2 fixé dans une ouverture traversante d'un couvercle d'une cuve d'un réacteur nucléaire à eau sous pression. L'adaptateur 2 constitue la partie inférieure de l'enceinte étanche du dispositif de déplacement 1 qui comporte de plus un carter 3 et une gaine  
20 tubulaire 4.

L'adaptateur 2, le carter 3 et la gaine 4 réalisés sous forme tubulaire sont assemblés dans des dispositions coaxiales et dans le prolongement axial l'un de l'autre.

Le carter de mécanismes 3 porte trois bobinages magnétiques 5a, 5b  
25 et 5c pour la commande de mécanismes contenus dans le carter de mécanismes 3 permettant le déplacement d'une tige de commande 6 dans la direction axiale commune à l'adaptateur et au carter et à la gaine tubulaire. La tige de commande 6 comporte à son extrémité axiale inférieure un moyen 6a de fixation d'une barre de commande du réacteur nucléaire. La surface  
30 latérale de la tige de commande 6 comporte des gorges définissant une denture 8 pour le déplacement pas à pas de la tige de commande actionnée par les mécanismes contenus dans le carter 3. Les mécanismes comportent en particulier un cliquet de maintien 7a et un cliquet de transfert 7b com-

mandés, respectivement, à l'ouverture pour libérer les cliquets de la denture 8 de la tige de commande, par les bobinages 5a et 5b disposés autour du carter 3.

5 Le bobinage 5c est un bobinage de levée de la tige de commande (et de la barre de commande fixée à l'extrémité de la tige de commande), lorsque les cliquets de transfert 7b sont engagés dans la denture 8 de la tige de commande.

10 La fermeture des cliquets, lorsque les bobinages correspondants ne sont pas commandés à l'ouverture, et la descente de la barre de commande sont réalisées par des ressorts de rappel en appui sur les pièces mobiles à l'intérieur du carter 3.

15 Dans le cas d'un dispositif de déplacement de barres de commande suivant l'art antérieur tel que représenté sur la figure 1, on réalise, dans un premier temps, le montage des mécanismes à l'intérieur du carter de mécanismes 3 et le montage des bobinages 5a, 5b et 5c puis l'assemblage de la gaine tubulaire 4 et du carter des mécanismes 3. Pour cela, on réalise le vissage d'une partie inférieure filetée 4a de la gaine tubulaire 4 à l'intérieur d'une partie taraudée correspondante 3a du carter des mécanismes 3 puis le soudage suivant un joint de soudure 9 d'une lèvre d'étanchéité torique 3b du carter des mécanismes 3 et d'une lèvre d'étanchéité correspondante également de forme torique 4b de la gaine tubulaire 4. Le joint de soudure annulaire 9 a pour axe l'axe commun à la gaine tubulaire 4 et au carter de mécanisme 3.

20 La soudure 9 peut être réalisée dans un atelier de préparation comportant des moyens adaptés à la réalisation d'une soudure de qualité.

25 L'ensemble comportant la gaine tubulaire et le carter de mécanismes portant et renfermant les mécanismes électromécaniques de commande est ensuite vissé sur la partie terminale filetée de l'adaptateur 2, l'étanchéité étant assurée par soudage de surfaces en vis-à-vis de deux lèvres d'étanchéité 2a et 3c réalisées respectivement sur la surface extérieure de l'adaptateur et sur le carter 3.

30 L'inconvénient du procédé de montage suivant l'art antérieur est que la réalisation de la soudure entre les lèvres d'étanchéité 2a et 3c est déli-

cate, du fait de la position des surfaces à souder, de la faible épaisseur des lèvres d'étanchéité et de la réalisation de l'adaptateur et du carter de mécanismes 3 en des matériaux différents (alliage de nickel pour l'adaptateur et, généralement, acier inoxydable 304 pour le carter de mécanismes 3).

5           En outre, il n'a pas été possible jusqu'ici de réaliser, dans le cas d'une réparation sur site des mécanismes d'une barre de commande, la soudure d'étanchéité 9 des lèvres 3b du carter de mécanismes 3 et 4b de la gaine tubulaire 4 dans des conditions parfaites et en garantissant la présence d'aucun défaut. En particulier, il est difficile de garantir une bonne pénétra-  
10           tion et une épaisseur constante de la soudure suivant toute l'épaisseur des lèvres d'étanchéité et suivant toute la périphérie du joint soudé 9.

          De manière à remédier à ces défauts, en particulier dans le cas d'une réparation sur site d'un couvercle de cuve ou d'un remplacement de couvercle de cuve, on réalise les enveloppes étanches des dispositifs de déplacement de barres de commande, comme représenté sur la figure 2.  
15

          Sur la figure 2, on a représenté le couvercle 10 de la cuve d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau sous pression sur lequel sont fixées des enveloppes étanches de dispositifs de déplacement de barres de commande.

20           Le couvercle 10 comporte une bride 10a de forte épaisseur qui est traversée par des ouvertures 11 de passage de goujons de fixation du couvercle 10 sur une bride d'extrémité supérieure d'une cuve de réacteur nucléaire. Le couvercle 10 comporte une partie bombée centrale 10b en forme de calotte sphérique qui est traversée par des ouvertures telles que 9a et 9b  
25           dans la direction de l'axe 10' du couvercle de la cuve qui est destiné à être fixé en position centrée sur l'extrémité supérieure de la cuve, de sorte que l'axe 10' du couvercle est disposé suivant l'axe vertical de la cuve en position de service.

          Le couvercle de la cuve est traversé par de nombreuses ouvertures  
30           dans chacune desquelles est fixée une enceinte étanche d'un dispositif de déplacement de barres de commande présentant la forme générale et les fonctions décrites plus haut.

Sur la figure 2, on a représenté une enceinte étanche d'un premier dispositif de déplacement de barres de commande 1a à l'état totalement assemblé et une partie d'une enceinte d'un second dispositif de déplacement 1b de barres de commande sans sa partie supérieure constituée par une gaine tubulaire de déplacement d'une tige de commande. La partie supérieure du dispositif 1a a également été représentée sous forme agrandie sur la gauche de la figure.

Selon l'invention, le tube adaptateur 12 fixé dans le couvercle de cuve et le carter 13 des mécanismes du dispositif de déplacement sont réalisés de manière monobloc et fixés sur la cuve dans leur ensemble, le tube adaptateur 12 et le carter des mécanismes 13 constituant un carter intégré qui sera désigné de manière générale par le repère 15.

Sur la figure 4, on a représenté, à plus grande échelle, un carter intégré 15 de l'enceinte étanche d'un dispositif de déplacement de barres de commande suivant l'invention.

Le carter intégré 15 comporte une partie inférieure 12 constituée par un tube adaptateur de diamètre constant qui peut être réalisé avantageusement en un alliage de nickel tel que l'alliage 690 résistant à la corrosion. La partie supérieure du carter intégré 13 comporte, d'une part, le carter des mécanismes proprement dit 13a et une partie inférieure 13b de raccordement à l'adaptateur 12.

L'adaptateur tubulaire 12 est assemblé bout à bout dans une disposition coaxiale (suivant l'axe 16 du carter intégré) avec un tronçon de la partie d'extrémité inférieure 13b du carter 13 ayant un diamètre sensiblement égal au diamètre du tube adaptateur.

L'assemblage bout à bout du tube adaptateur 12 et du carter 13 est réalisé en usine par un procédé de jonction permettant de réaliser un assemblage métallurgique de haute qualité entre le tube adaptateur en alliage de nickel et le carter de mécanismes 13 qui est généralement en acier inoxydable 304. On obtient donc une pièce monobloc comportant le tube adaptateur 12 et le carter de mécanismes 13 assemblés bout à bout constituant le carter intégré 15.

Le tube adaptateur 12 est engagé et fixé par soudure dans une ouverture traversante du couvercle de la cuve, de manière que l'axe 16 du carter intégré soit parallèle à l'axe 10' du couvercle de cuve.

5 Pour compléter le montage du dispositif de déplacement de barres de commande, on met en place, à l'intérieur du carter intégré 15, dans sa partie inférieure, une manchette thermique 17 puis les mécanismes à l'intérieur de l'alésage de la partie supérieure 13a du carter intégré 15. La partie supérieure 13a du carter intégré est usinée de manière à recevoir les bobinages des mécanismes sur sa surface extérieure.

10 A sa partie supérieure, le carter intégré comporte une partie taraudée 13c qui est destinée à recevoir une partie filetée inférieure de la gaine tubulaire 14 qui est vissée dans une disposition coaxiale à l'intérieur du carter intégré, comme représenté sur la figure 2.

15 Comme il est visible sur la figure 3, après qu'on a réalisé le vissage de la partie inférieure filetée de la gaine tubulaire 14 dans la partie d'extrémité supérieure 13c de la gaine tubulaire, une lèvre d'étanchéité en forme de portion de tore 14b réalisée sur la surface extérieure de la gaine tubulaire, au-dessus de sa partie filetée 14a d'engagement par vissage dans le carter intégré vient en vis-à-vis d'une lèvre en forme de portion de tore 13d prévue  
20 sur la partie supérieure du carter intégré, au-dessus de la partie taraudée 13c.

Une jonction étanche entre la gaine tubulaire 14 et le carter 13 est assurée par un cordon de soudure annulaire 18 joignant les deux bords en vis-à-vis des lèvres en forme de portions de tore 14b et 13d.

25 L'extrémité supérieure de la gaine tubulaire 14 est fermée par un bouchon 19 comportant un anneau de levage qui est vissé dans une partie d'extrémité taraudée de la gaine 14.

Après vissage de la gaine tubulaire 14 dans la partie taraudée 13c du carter intégré 15 qui est fixé sur un couvercle de cuve, on doit réaliser in situ  
30 le cordon de soudure 18 assurant l'étanchéité entre les lèvres 13d et 14b.

Cette opération peut être réalisée soit en usine, lors de la fabrication d'un couvercle, soit sur site, dans le cas d'un remplacement d'un couvercle de cuve d'un réacteur nucléaire. Dans ce cas, on peut transporter entre

l'usine de fabrication et le site et introduire dans le bâtiment du réacteur le couvercle de la cuve sur lequel sont fixés les carters intégrés 15 renfermant les mécanismes de déplacement de barres de commande, les gaines tubulaires n'étant pas mises en place sur les carters intégrés. De ce fait, la hauteur totale du couvercle est sensiblement réduite, ce qui facilite de manière importante les opérations de transport et d'introduction dans le bâtiment du réacteur, du couvercle de remplacement.

Dans ce cas, les gaines tubulaires sont approvisionnées indépendamment du couvercle comportant les carters intégrés et mises en place sur le site par vissage dans les extrémités supérieures des carters intégrés. On réalise sur site le cordon de soudure d'étanchéité 18 entre les lèvres 13d du carter intégré et 14b des gaines tubulaires.

De même, dans le cas d'une opération de remplacement ou de réparation de mécanismes de déplacement de barres de commande sur site, on réalise le démontage de la gaine tubulaire après usinage du cordon de soudure de jonction des lèvres d'étanchéité, on effectue le remplacement ou la réparation des mécanismes, puis on remet en place une gaine tubulaire par vissage dans le carter intégré. On réalise alors, sur site, le cordon de soudage 18 de jonction des lèvres d'étanchéité.

Les lèvres d'étanchéité et le procédé de soudure de ces lèvres d'étanchéité ont été adaptés pour pouvoir être réalisés sur site sans difficulté et avec des conditions de réalisation tout à fait satisfaisantes.

Sur la figure 5, on a représenté, dans une vue agrandie, les lèvres d'étanchéité respectives 13d d'un carter intégré 13 et 14b d'une gaine tubulaire 14, après vissage de la gaine tubulaire 14 dans le carter intégré et au moment de la réalisation du joint de soudure d'étanchéité 18.

Les lèvres d'étanchéité 13d et 14b comportent des surfaces libres d'extrémité respectives 13'd et 14'b de forme cylindrique qui sont en vis-à-vis après vissage de la gaine tubulaire et qui présentent comme axe l'axe commun au carter intégré 13 et à la gaine tubulaire 14 en position assemblée par vissage.

Les lèvres 14b et 13d ont des parois délimitées par des portions de surface torique dont la section transversale, visible sur la figure 6, corres-



pond à peu près à un quart de cercle. En outre, les lèvres 14b et 13d sont réalisées de manière qu'il subsiste un espace annulaire de largeur l entre les surfaces libres d'extrémité en vis-à-vis 14'b et 13'd des lèvres toriques, lorsque le carter intégré 13 et la gaine tubulaire 14 on été assemblés par vis-  
5 sage.

Le joint de soudure 18 est réalisé en mettant en place, entre les surfaces libres en vis-à-vis 14'b et 13'd des lèvres d'étanchéité, une pièce annulaire 21 en un métal compatible métallurgiquement avec le métal des lèvres 14b et 13d et en réalisant, à l'aide d'une électrode 22 d'une machine de soudage orbital automatique, la fusion de la pièce 21 en métal d'apport et  
10 l'échauffement de parties des lèvres 14b et 13d en contact avec la pièce 21 pour réaliser une bonne liaison métallurgique.

Comme représenté sur la figure 6, la section de la pièce annulaire 21 en métal d'apport peut présenter avantageusement une partie de largeur l venant s'engager pratiquement sans jeu entre les lèvres à joindre par soudage et une partie élargie pour assurer le maintien de la pièce au-dessus des lèvres dont on réalise le soudage. A l'issue de l'opération de soudage, les lèvres d'étanchéité 14b et 13d et le joint de soudage 18 constituent un joint de type OMEGA d'une qualité parfaite, lorsqu'on utilise une machine de  
15 soudage orbital automatique dont les conditions de soudage ont été déterminées préalablement par étalonnage sur des échantillons.

Le joint 21 est en métal d'apport utilisé généralement pour la soudure des aciers inoxydables et l'électrode 22 est une électrode en tungstène d'une machine de soudage TIG orbital, la fusion du métal d'apport 21 étant  
20 réalisé en atmosphère de gaz inerte.

La machine de soudage comporte des moyens de guidage de la tête de soudage comportant l'électrode 22 qui peuvent être engagés autour de la gaine tubulaire et de la partie supérieure du carter intégré, grâce à des moyens de support particuliers.

Les paramètres de soudage qui sont préréglés comportent en particulier la vitesse de déplacement orbital de l'électrode 22 en tungstène, la tension et le courant de soudage et la distance de la pointe de l'électrode à la surface supérieure de la pièce annulaire 21 en métal d'apport.

Le réglage des conditions de soudage automatique et l'utilisation d'un joint en métal d'apport de forme et de dimensions parfaitement définies par rapport à l'espace entre les lèvres d'étanchéité permettent de réaliser un joint de soudure 18 de qualité parfaite et parfaitement constant suivant toute la périphérie des lèvres d'étanchéité.

On peut ainsi garantir la réalisation d'un joint soudé de qualité parfaite et donc une parfaite étanchéité du joint de type OMEGA.

En outre, le soudage avec une électrode pratiquement verticale au-dessus du joint à réaliser permet, lorsque les paramètres du soudage sont bien déterminés, d'obtenir un joint de soudage parfait de manière automatique.

L'invention permet donc de réaliser le montage de dispositifs de déplacement de barres de commande sur un couvercle de cuve de réacteur nucléaire, avec mise en place des enceintes tubulaires sur le site du réacteur nucléaire, avec une très bonne réalisation de l'alignement des enceintes tubulaires par rapport aux carters intégrés fixés sur le couvercle de cuve et avec une très bonne étanchéité.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui a été décrit.

C'est ainsi qu'on peut imaginer l'utilisation d'autres types de soudage qu'un soudage TIG orbital pour réaliser le joint soudé des lèvres d'étanchéité.

On peut prévoir également des lèvres d'étanchéité ayant une forme différente de celle qui a été décrite, à partir du moment où ces lèvres d'étanchéité présentent des surfaces de jonction en vis-à-vis après vissage de la gaine tubulaire de forme cylindrique et coaxiales ayant pour axe l'axe commun au carter intégré et à la gaine tubulaire.

L'invention s'applique à tout réacteur nucléaire comportant des dispositifs de déplacement de barres de commande ayant des enceintes étanches fixées dans des ouvertures traversant le couvercle de la cuve du réacteur nucléaire.

### REVENDICATIONS

1.-Dispositif de déplacement d'une barre de commande de la réactivité dans le cœur d'un réacteur nucléaire refroidi par de l'eau sous pression à l'intérieur d'une cuve renfermant le cœur du réacteur fermée par un couvercle de cuve (10), comportant une tige de commande (6) munie de moyens de fixation (6a) de la barre de commande à une extrémité axiale, des moyens électromécaniques (5a, 5b, 5c ; 7a, 7b) de déplacement de la tige de commande (6) dans une direction axiale et une enceinte étanche fixée sur le couvercle de cuve (10) suivant une ouverture de traversée (9a, 9b) comportant un tube adaptateur (12) fixé par soudure dans l'ouverture (9a, 9b) du couvercle de cuve (10) et un carter des mécanismes (13), tubulaire, relié à l'adaptateur (12) sur lequel sont montés les moyens électromécaniques (5a, 5b, 5c ; 7a, 7b) de déplacement de la tige de commande (6) et une gaine tubulaire (14) permettant le déplacement axial de la tige de commande entre deux positions extrêmes, fermée à une première extrémité et ouverte à une seconde extrémité, fixée dans le prolongement axial du carter (13) vers l'extérieur, par sa seconde extrémité ouverte, caractérisé par le fait que l'adaptateur (12) et le carter des mécanismes (13) sont réalisés en une seule pièce (15), que le carter (13) comporte, à une extrémité axiale opposée à l'adaptateur (12), un taraudage interne (13c) et une lèvre d'étanchéité (13d) en forme de portion de tore entourant le carter (13) et réalisée dans sa surface externe ayant une surface libre de jonction (13'd) cylindrique ayant pour axe l'axe du carter (13), et que la gaine tubulaire (14) comporte, à sa seconde extrémité ouverte, un filetage (14a) correspondant au taraudage (13c) du carter (13) pour sa fixation par vissage dans une position coaxiale dans le carter (13) et une lèvre d'étanchéité (14b) en forme de portion de tore de dimensions correspondantes à celles de la lèvre d'étanchéité (13d) du carter (13) ayant une surface d'extrémité libre de jonction cylindrique (14'b) ayant pour axe l'axe de la gaine, les lèvres d'étanchéité (13c) du carter (13) et (14b) de la gaine (14) ayant leurs extrémités libres en vis-à-vis après vissage de la gaine (14) dans le carter (13) et étant soudées l'une sur l'autre, suivant un cordon de soudure (18) annulaire en métal d'apport coaxial au carter (13) et à la gaine (14) de profondeur dans une direction

parallèle à l'axe du joint (18) et d'une largeur dans une direction perpendiculaire à l'axe du joint (18) sensiblement constantes suivant toute la circonférence du joint de soudure (18).

2.- Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que  
5 l'adaptateur (12) de forme tubulaire et le carter des mécanismes (13) sont soudés bout à bout dans une disposition coaxiale pour constituer un carter intégré (15) fixé sur le couvercle de cuve par l'intermédiaire du tube adaptateur (12).

3.- Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le  
10 tube adaptateur (12) est en alliage de nickel et le carter des mécanismes (13) en acier inoxydable;

4.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que la  
gaine tubulaire (14) est en acier inoxydable, et que les lèvres d'étanchéité (13c) du carter intégré (15) et (14b) de la gaine tubulaire (14) réalisées en  
15 une seule pièce, respectivement avec le carter (13) et la gaine tubulaire (14) sont en acier inoxydable.

5.- Procédé de montage d'un dispositif de déplacement d'une barre  
de commande de la réactivité dans le cœur d'un réacteur nucléaire refroidi  
par de l'eau sous pression à l'intérieur d'une cuve renfermant le cœur du  
20 réacteur fermée par un couvercle de cuve (10), comportant une tige de commande (6) munie de moyens de fixation (6a) de la barre de commande à une extrémité axiale, des moyens électromécaniques (5a, 5b, 5c ; 7a, 7b) de déplacement de la tige de commande (6) dans une direction axiale et une enceinte étanche fixée sur le couvercle de cuve (10) suivant une ouverture  
25 de traversée (9a, 9b) comportant un tube adaptateur (12) fixé par soudure dans l'ouverture (9a, 9b) du couvercle de cuve (10) et un carter de mécanismes (13), tubulaire, solidaire de l'adaptateur (12) sur lequel sont montés les moyens électromécaniques (5a, 5b, 5c ; 7a, 7b) de déplacement de la tige de commande (6) et une gaine tubulaire (14) permettant le déplacement  
30 axial de la tige de commande (6) entre deux positions extrêmes, fermée à une première extrémité et ouverte à une seconde extrémité, le carter (13) étant solidaire de l'adaptateur (12) et placé dans son prolongement axial vers l'extérieur de la cuve et la gaine tubulaire (14) étant fixée dans le pro-

longement axial du carter (13) vers l'extérieur, à sa seconde extrémité ouverte, caractérisé par le fait qu'on réalise le montage et la fixation par soudage dans une ouverture traversante (9a, 9b) du couvercle de cuve (10) d'un carter intégré (15) comportant l'adaptateur (12) et le carter des mécanismes (13) en une seule pièce, qu'on réalise le vissage de la gaine tubulaire par sa seconde partie d'extrémité filetée (14a) dans la partie taraudée (13c) de l'extrémité du carter intégré (15), de manière à placer en vis-à-vis des surfaces d'extrémité de raccordement cylindriques ayant pour axe un axe commun (16) du carter intégré (15) et de la gaine tubulaire (14) en position assemblée, d'une première lèvre d'étanchéité (13d) solidaire du carter intégré (15) et d'une seconde lèvre d'étanchéité (14b) solidaire de la gaine tubulaire (14), et qu'on réalise une jonction étanche des lèvres d'étanchéité (13d, 14b) par un joint de soudure (18) annulaire par soudage orbital automatique, avec fusion d'une pièce annulaire (21) en métal d'apport intercalée entre les surfaces d'extrémité de raccordement des lèvres d'étanchéité.

6.- Procédé suivant la revendication 5, caractérisé par le fait qu'on détermine, préalablement à la réalisation du joint de soudure (18), les paramètres du soudage automatique par des opérations d'étalonnage sur des échantillons.

7.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé par le fait qu'on réalise le joint de soudure (18) par un procédé TIG orbital automatique, c'est-à-dire avec fusion de la pièce en métal d'apport annulaire (21) par une électrode de tungstène sous gaz inerte.

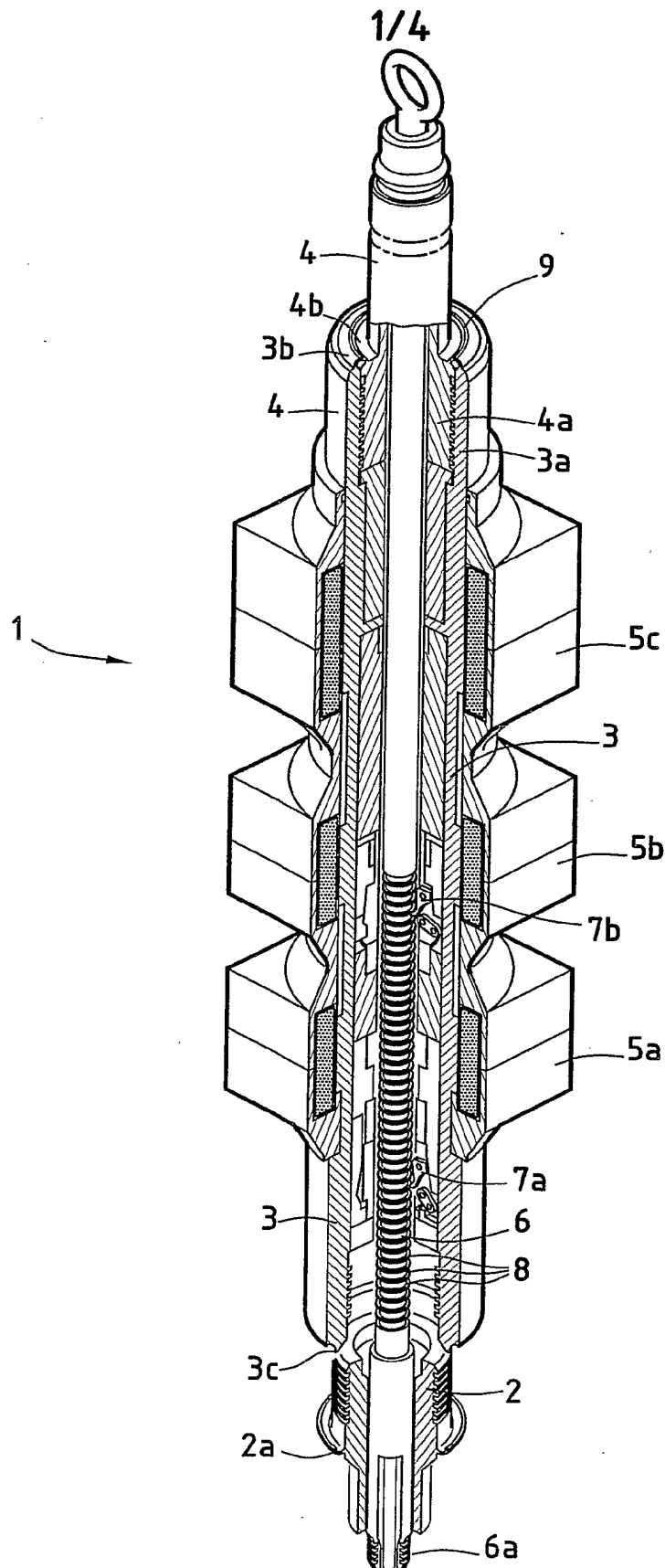
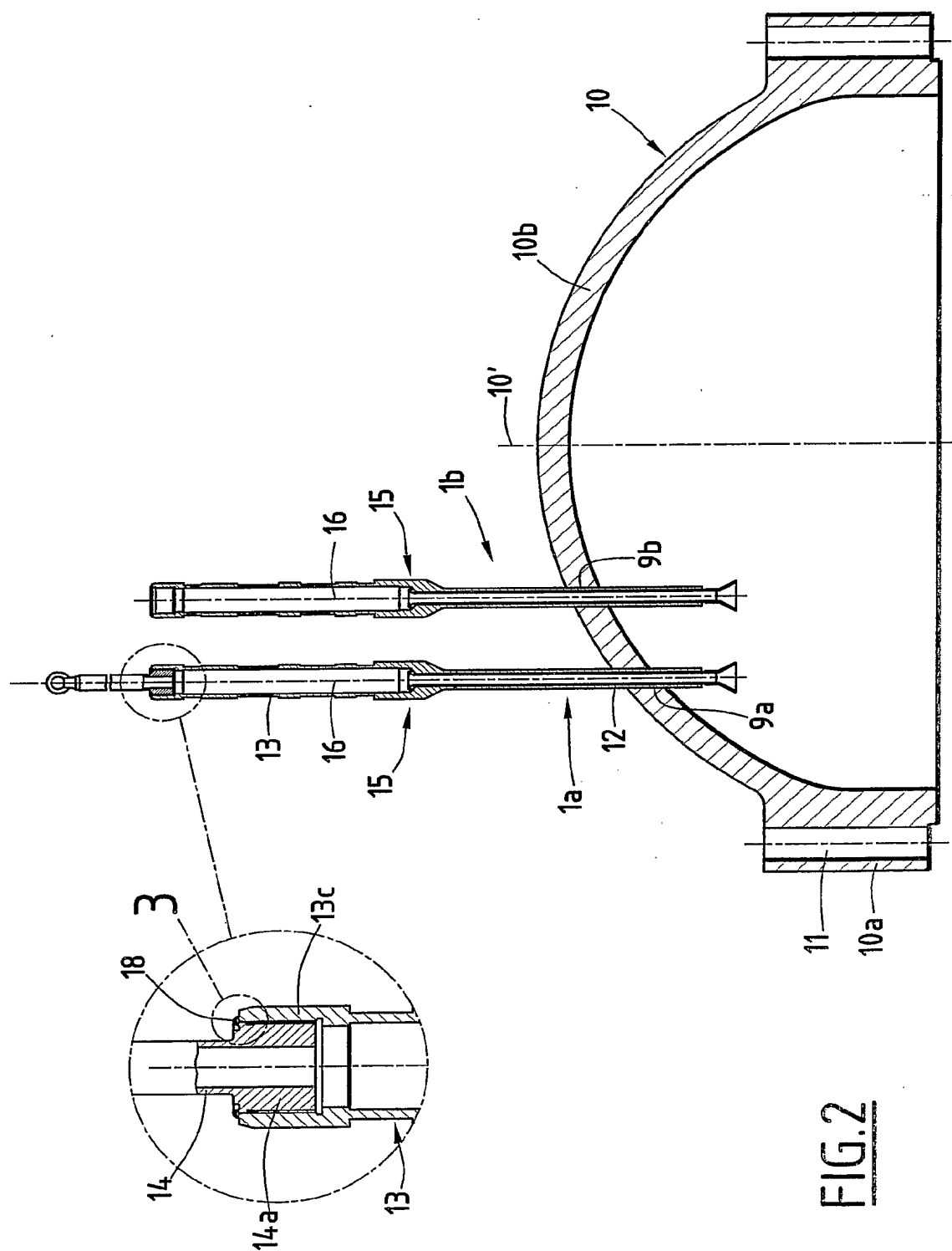


FIG. 1

2/4



3/4

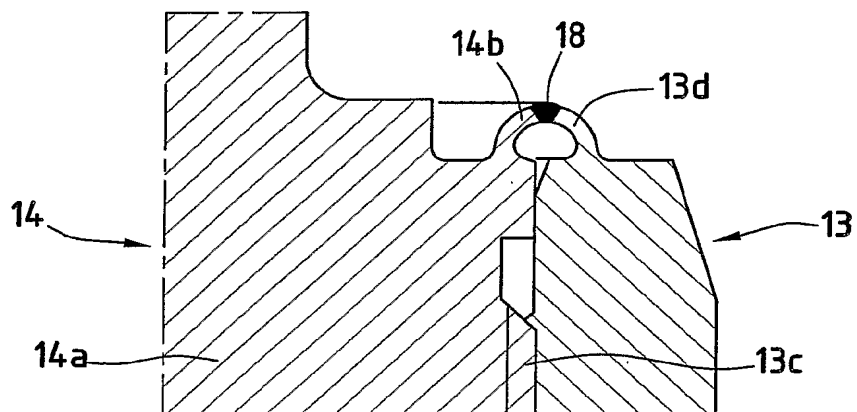


FIG.3



4/4

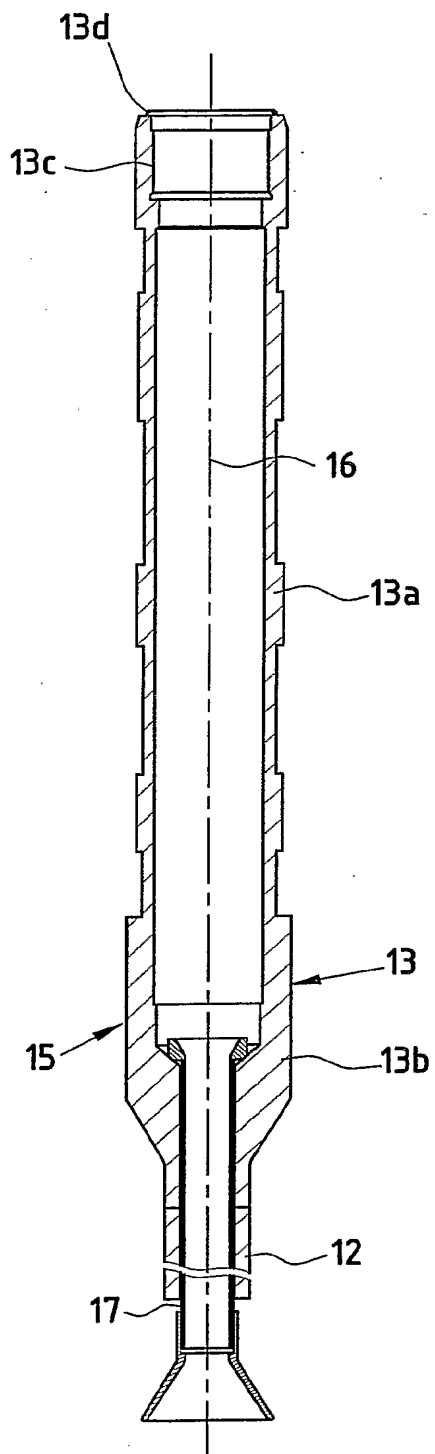


FIG. 4

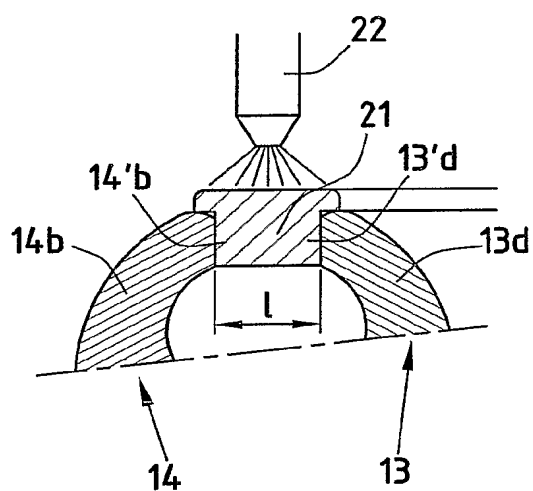


FIG. 5